

B e s c h r e i b u n g

Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition.

Die metallorganische Gasphasendeposition (metal organic chemical vapor deposition: MOCVD) ist ein Verfahren zur Herstellung komplex aufgebauter Schichtstrukturen, wie sie in Bauelementen, z.B. Lasern, Hochgeschwindigkeits-
transistoren für Handys oder Leuchtdioden verwendet werden. Im Gegensatz zum bekannten Silizium bestehen diese Strukturen nicht nur aus einem, sondern aus zwei oder auch mehr Elementen. Sie werden daher auch als Verbindungshalbleiter bezeichnet. Die metallorganische Gasphasendeposition findet in einer sogenannten MOCVD-Anlage statt.

Mit der MOCVD-Anlage können unter anderem Nitridschichten abgeschieden werden, die aus zwei Elementen, wie z.B. GaN, InN oder AlN oder aus mehreren Elementen, wie z.B. GaInN oder AlGaIn bestehen. Diese Verbindungen werden als binäre bzw. ternäre Systeme bezeichnet. Für die einkristalline Abscheidung von Nitrid-Verbindungen werden Saphir (Al_2O_3) oder Siliziumcarbid (SiC) oder Silizium, die ähnliche Kristalleigenschaften wie die Nitride aufweisen, als Substrate verwendet.

Die Gruppe III-Nitride, spannen durch ihre Vertreter ein Halbleitersystem mit direkter Bandlücke von 1,9 eV

für das InN bis 6,2 eV für das AlN auf.

Diese Nitridschichten sind wirtschaftlich sehr bedeut-
sam, da sie durch elektrische Anregung den blauen Teil
des sichtbaren Spektrums entsenden können und daher zur
5 Realisierung optoelektronischer Bauelemente in dem ent-
sprechenden Energiebereich nutzbar gemacht werden. Als
ein Beispiel hierfür seien pn-Leuchtdioden auf Basis
von GaN genannt.

Zur metallorganischen Gasphasendeposition von Nitrid-
schichten benötigt man gasförmige Verbindungen von Gal-
10 lium, Indium oder Aluminium sowie NH_3 als sogenannte
Precursor. Im Falle von Gallium wird eine metallorgani-
sche Verbindung, z.B. Trimethylgallium (TMG), verwen-
det. Mittels eines Trägergases, z.B. Wasserstoff, wer-
den die Precursor in einen Reaktionsraum der Anlage
15 eingebracht. Dort befindet sich das Substrat, eine ein-
kristalline, sehr dünne Scheibe (Wafer), die erhitzt
wird. Der Wafer ist auf einem sogenannten Suszeptor
drehbar gelagert, um eine gleichmäßige Verteilung von
20 Temperatur und Precursor in der Gasphase über dem Sub-
strat zu erzielen. Über Infrarotstrahler oder eine
Hochfrequenzheizung werden der Suszeptor und das Sub-
strat geheizt. Die Temperatur am Substrat reicht bis
ca. 1500°C, je nachdem, welches Materialsystem abge-
25 schieden wird. Dieser Bereich wird auch als heiße Zone
bezeichnet.

Zur Abscheidung auf dem Substrat, werden die Precursor
umgesetzt. Dies geschieht zum Teil schon in der Gaspha-
se durch die Hitze, die vom Substrat ausgeht, oder
30 durch Zusammenstöße mit den Molekülen des Trägergases.
Die Molekül-Bruchstücke setzen sich auf der Substrat-

oberfläche ab. Infolge der hohen Temperatur zersetzen sich die ursprünglichen Precursorverbindungen und reagieren je nach eingesetzten Edukten neu, z.B. zu GaN, InN oder AlN. Auf diese Weise wächst auf dem Wafer

5 Atomlage für Atomlage eine neue Schicht aus GaN, InN oder AlN auf. Die Reste der Ausgangsmoleküle, beispielsweise Methylgruppen vom TMG und Wasserstoff, verbinden sich teilweise miteinander zu Methan. Nicht abgeschiedene Moleküle und Molekülbruchstücke lösen sich

10 von der Oberfläche, werden wie das Methan vom Trägergasstrom erfaßt und aus der MOCVD-Anlage in ein Gasreinigungssystem, den sogenannten Scrubber gespült.

MOCVD-Anlagen weisen hierzu zwei Gaseinlässe und Möglichkeiten zur Teilung der einzuleitenden Gasströme

15 auf, da eine sofortige Mischung innerhalb der Anlage wegen der Bildung von Säure-Base-Addukten häufig unerwünscht ist. Hierzu ist eine Teilerplatte hinter den Gaseinlässen der Anlage derartig angeordnet, daß die MOCVD-Anlage in einen oberen und einen unteren Raum

20 kompartimentiert wird. Außerhalb der Anlage sind Gas sammelleitungen angeordnet, die zu den Vorratsbehältern führen. In diesen Vorratsbehältern werden die Ausgangsstoffe, also einerseits Metallorganika und andererseits Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindungen, aufbewahrt.

25 Nachteilig ist es bisher nicht möglich, Gase flexibel auf die Kompartimente innerhalb der Anlage zu verteilen.

Bei der verfahrenstechnischen Herstellung von z.B. Gruppe-III-Nitridschichten mittels Gasphasendeposition

30 in MOCVD-Anlagen werden die Precursor somit mittels ih-

rer Trägergase (H_2 , N_2 , Argon) jeweils separat in die Anlage eingeleitet. Die Gasströme werden erst in der heißen Zone der Anlage gemischt. Um die Stabilisierung der Nitrid-Oberfläche zu gewährleisten, an der bevorzugt bei Wachstumstemperatur der Stickstoff inkongruent verdampft, wird das Trägergas/ NH_3 -Gemisch (Gruppe V-Verbindung) gemäß Stand der Technik örtlich gesehen näher zur Wachstumsfläche auf dem Substrat eingebracht als das Trägergas/Metallorganikum-Gemisch. Dies hat zur Folge, dass durch die heiße Oberfläche des Substrats Stickstoff aus Ammoniak freigesetzt wird und für die Reaktion auf dem Substrat zur Verfügung steht. Diese Vorgehensweise wird auch für Abscheidungen anderer Verbindungen gewählt.

Nachteilig lagern sich im genannten Fall die gebildeten Nitride aber als parasitäre Depositionen auch an den heißen Wänden der Anlage rasch ab. Die Beschaffenheit und die Dicke der Depositionen ändern sich im Laufe des Verfahrens. Die Depositionen verändern das Wachstum auf dem Substrat durch katalytische Zerlegung der Ausgangsverbindungen und verursachen eine Verarmung in der Gasphase. Da die abgeschiedenen Verbindungen dunkel gefärbt sind, beeinflusst dies die Gasphasen- und die Oberflächentemperatur über dem Substrat. Die Nitridschichten können daher nicht reproduzierbar auf dem Substrat abgeschieden werden.

Die parasitäre Deposition blättert zudem nach kurzer Zeit ab. Die Partikel fallen von mit parasitärer Deposition belegten Bauteilen der Anlage auf das Substrat bzw. die Probe und beeinflussen nachteilig die Eigenschaften der dort aufgebrachtten Schicht(en).

Als Lösung dieser Probleme könnten die mit parasitärer Deposition belegten Bauteile der Anlage, die mit dem Substrat in Verbindung stehen, ausgetauscht oder gereinigt werden, sobald sich dort eine kritische parasitäre Deposition abgelagert hat.

Dies ist aber nachteilig teuer, da die Anlage in der Zwischenzeit nicht benutzt werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition bereit zu stellen, ohne dass parasitäre Deposition auftritt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 und durch eine MOCVD-Anlage mit den Merkmalen von Patentanspruch 15 gelöst. Vorteilhaft ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweils darauf rückbezogenen Patentansprüchen.

Erfindungsgemäß wird bei dem Verfahren ein erstes Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum sowie ein zweites Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung verwendet, wobei beide Gemische separat in eine Anlage zur Abscheidung der Verbindung auf dem Substrat eingeleitet werden. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Metallorganikum zwischen das Substrat und der Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung eingeleitet wird. Das mindestens eine Metallorganikum wird also örtlich gesehen näher an das Substrat geleitet, als die Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung.

Vorteilhaft wird dadurch bewirkt, daß die Dicke an parasitärer Deposition erheblich vermindert wird, da die Abscheidung nur dort vollzogen wird, wo sie erwünscht ist, nämlich auf dem Substrat. Die Abscheidungsrate wird regelmäßig erhöht und die Schichten sind hochrein im Vergleich zu Schichten, die gemäß Stand der Technik abgeschieden wurden.

Die Partikelbildung an den Wänden und an der Decke der Anlage wird auf ein Minimum reduziert. Es können reproduzierbar viele Schichten abgeschieden werden, ohne dass mit parasitärer Deposition belegte Teile der Anlage aufwendig gewechselt werden müssen und ohne dass abgeschiedene Schichten durch abblätternde Deposition verunreinigt werden.

Als Metallorganikum kann eine Gruppe II- oder eine Gruppe III- oder eine Gruppe IV-Verbindung oder Mischungen hieraus gewählt werden. Nur beispielhaft seien Barium-Strontium-Verbindungen (Gruppe II) oder Trimethylgallium, Trimethylaluminium und Trimethylindium (Gruppe III) oder Titanisopropoxid (Gruppe IV) als Metallorganika genannt.

Als Gruppe V-Verbindung kann NH_3 und / oder AsH_3 und / oder PH_3 und als Gruppe VI-Verbindungen Sauerstoff oder Diethyltellur gewählt werden.

Selbstverständlich ist das Verfahren aber nicht auf die Wahl derartiger Verbindungen eingeschränkt. Vielmehr kann das Verfahren grundsätzlich zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition verwendet werden.

Als Trägergas für die Verbindungen kommt Wasserstoff und / oder Stickstoff und / oder Argon in Betracht.

Zur Abscheidung von z.B. GaN kann Trimethylgallium als Gruppe III-Verbindung und NH_3 als Gruppe-V-Verbindung mit jeweils Wasserstoff als Trägergas gewählt werden.

Dabei wird das Metallorganikum/Trägergas-Gemisch zwischen dem Substrat und dem NH_3 /Trägergas-Gemisch eingeleitet. Es ist aber ohne Einschränkung der Erfindung möglich, das erfindungsgemäße Verfahren auf andere Verbindungen zu übertragen, um parasitäre Deposition zu vermeiden.

Eine MOCVD-Anlage weist mindestens zwei Gaseinlässe auf. Einen ersten für ein erstes Gemisch und mindestens einen zweiten für ein weiteres Gemisch. Die Gase selbst befinden sich in Vorratsbehältern. Zwischen den Gaseinlässen der Anlage und den Vorratsbehältern für die Gase sind erfindungsgemäß Mittel, insbesondere mindestens zwei Drei-Wege-Ventile in sogenannten Gassammelleitungen angeordnet. Es können aber auch geeignete Schnellverschlussskupplungen angeordnet sein.

Dies bewirkt vorteilhaft, daß die Anlage an die Vorratsbehälter angeschlossen werden kann und die Gase je nach Bedürfnissen flexibel in verschiedene Kompartimente der MOCVD-Anlage eingeleitet werden können, ohne dass die Anlage umständlich von den Vorratsbehältern getrennt und neu verbunden werden muß.

Mit anderen Worten, der Betreiber einer solchen Anlage ist in der Lage, Gase nach seinen Vorstellungen bequem und flexibel in die Teile der Anlage zu leiten, wo sie

benötigt werden. Dadurch können die Gaseinlässe für die Gasgemische schnell miteinander vertauscht werden.

Es ist aber auch denkbar, zu diesem Zweck andere bauliche Veränderungen an der Anlage vorzunehmen.

5 Im weiteren wird die Erfindung an Hand einiger Ausführungsbeispiele und der beigefügten 5 Figuren näher beschrieben.

Figur 1 zeigt schematisch eine MOCVD-Anlage gemäß Stand der Technik mit zwei Gaseinlässen 4, 5 für ein oberes und ein unteres Kompartiment. Die Precursor werden
10 durch eine Teilerplatte 1 voneinander getrennt an ein zu beschichtendes Substrat 2 geführt. Die MOCVD-Anlage ist durch die Teilerplatte 1 in einen oberen und einen unteren Raum hinter den Gaseinlässen 4, 5 kompartimentiert. Das Substrat 2 kann beispielsweise ein zwei
15 Zoll-Wafer sein. Selbstverständlich ist das Verfahren aber nicht auf etwaige Größen oder Formen des Substrats eingeschränkt. Das Substrat 2 ist in einem Suszeptor 6 eingebracht, der hier als drehbarer Teller ausgeführt
20 ist. Die Wände der Anlage sind nur angedeutet. Das heißt, dass im vorliegenden Fall nur eine Wand 3 dargestellt wurde. Die in Blickrichtung gesehen vordere Wand sowie die Decke sind nicht dargestellt, um einen Einblick in die Anlage zu gewährleisten.

25 Fig. 2 ist ein Querschnitt durch die Anlage entlang einer gedachten Linie zwischen den Gaseinlässen und einer Kühlung 7 vor dem Suszeptor (nicht dargestellt). Die Kühlung 7 ist in Fig. 2 nur angedeutet. Im vorliegenden Fall wird der Gaseinlass 5 durch das Metallorgani-

kum/Trägergas-Gemisch (TMG/H_2) und der Gaseinlaß 4 durch das NH_3 /Trägergasgemisch (NH_3/H_2) belegt. Nach dem Eintritt der Gase in die Anlage bleiben die beiden Gasströme zunächst durch die Teilerplatte 1 voneinander
5 getrennt, bis sie hinter der Teilerplatte 1 vermischt werden und an das Substrat auf dem Suszeptor gelangen. Das Metallorganikum/Trägergas-Gemisch wird erfindungsgemäß zwischen das Substrat und das NH_3 /Trägergasgemisch geleitet.

10 Fig. 3 zeigt die Vermischung der Reaktanden oberhalb der angedeuteten Kühlung 7 kurz vor dem Suszeptor 6. Das dichtere Ammoniak/Trägergas-Gasgemisch diffundiert in Richtung des Substrats auf dem Suszeptor 6, wo es sich mit dem Metallorganikum/Trägergasgemisch ver-
15 mischt. Auf und vor dem Substrat, das die Zerlegung der Precursor katalytisch beschleunigt, kommt es zur Abscheidung von GaN. Die Gesamtgasmischung erreicht nicht die Decke der Anlage, so dass dort die parasitäre Deposition an GaN vermieden wird.

20 Fig. 4a stellt den Verlauf der Abscheidungen von GaN dar, wie sie im Stand der Technik auftritt. Die X-Achse zeigt die lokalen Koordinaten entlang eines Substrates bzw. eines Wafers. Der Wafer ist durch den schwarzen Balken angedeutet. Die Abscheidungsrate beträgt nach
25 einer Stunde nur ca. 1,3 Mikrometer GaN.

Das erfindungsgemäße Verfahren, bei dem das TMG/H_2 -Gemisch erfindungsgemäß zwischen das Substrat und das NH_3 /Trägergasgemisch, also örtlich gesehen näher an das Substrat geleitet wird, ermöglicht eine durchschnittlich
30 lich viel höhere Abscheidungsrate von ca. 4 bis 5 Mik-

rometer GaN. Auf Grund des drehbaren Suszeptors 6 vollzieht sich die Abscheidung gleichmäßig auf dem Wafer (Fig. 4b). Die hohen Abscheidungsraten vor dem Wafer ermöglichen eine Abscheidung von GaN mit sehr hoher Reinheit auf diesem Wafer.

Die hohe Abscheidungsrate kommt im letzteren Fall dadurch zustande, dass die Gasphase nicht durch parasitäre Deposition an den Anlagenwänden verarmt. Die Gase stehen also der Abscheidung auf dem Substrat zur Verfügung.

Die in den Figuren 2 bis 4 dargestellte Abscheidung von GaN ist nur beispielhaft.

Als ein weiteres Beispiel für das erfindungsgemäße Verfahren sei die Abscheidung von Zinktellurid genannt. Dabei wird zwischen Substrat und der Gruppe VI-Verbindung Diethyltellur die Gruppe II-Verbindung Dimethylzink in die Anlage eingeleitet.

Es ist auch möglich, zur Abscheidung für das Dielektrikum (Ba, Sr)-Titanat ein Gemisch aus zwei oder drei Metallorganika zwischen Sauerstoff und dem Substrat in die Anlage einzuleiten. Die Metallorganika umfassen z.B. ein Gemisch aus Diketonaten des Barium und Strontium sowie Alkoxiden des Titan, z.B. Titanisopropoxid. Dabei wird zwischen Substrat und Sauerstoff als Gruppe VI-Verbindung das Gemisch aus Metallorganika in die Anlage eingeleitet.

Es ist darüber hinaus möglich zur Herstellung der jeweiligen Schichtverbindungen jeweils geeignete Kombina-

tionen von Metallorganika und Gruppe V- bzw. Gruppe VI-Verbindungen, wie in Tab. 1 angegeben, auszuwählen.

Fig. 5 zeigt eine Umschaltvorrichtung für die Gaseinlässe einer MOCVD-Anlage.

5 Die Sammelleitung 52 ist mit einem Vorratsbehälter (nicht dargestellt) für ein Trägergas/Metallorganikum-Gasgemisch verbunden und wird auf das pneumatische 3/2-Wege-Ventil V2 geführt. Die Sammelleitung 51 ist mit einem Vorratsbehälter für ein Trägergas/Gruppe V- oder
10 Gruppe VI-Gasgemisch verbunden und wird auf das pneumatische 3/2-Wege-Ventil V1 geführt. Die Ventile V1 und V2 sind über die Leitungen mit dem oberen Kompartiment 4' und dem unteren Kompartiment 5' der Gaseinlässe verbunden. Im drucklosen Zustand ist V2 zum oberen Kompartiment 4' und V1 zum unteren Kompartiment 5' hin geöffnet (s. Fig. 5). Die Gase werden wie im Stand der Technik in die Anlage geleitet.

Beide Ventile V1 und V2 werden mit nur einer N₂-Druckleitung 53 über ein handbetriebenes Ventil V3 umgeschaltet. Das Gemisch aus Trägergas(en) und mindestens
20 einem Metallorganikum wird dann unter Druck in Kompartiment 5' geleitet, also zwischen einem Substrat auf einem Suszeptor 6 und einem Gemisch aus Trägergas(en) und mindestens einer Gruppe V oder Gruppe VI-Verbindung. Letztgenanntes Gasgemisch wird dann in Kompartiment 4' geleitet. Die Teilerplatte 1 ist in Fig. 5 nur
25 angedeutet und führt wie in den Figuren 1 bis 3 gezeigt fast bis zum Suszeptor 6.

Somit ist gewährleistet, dass niemals die unterschiedlichen Gasgemische gleichzeitig auf ein und dasselbe
30

Kompartiment 4', 5' gegeben werden können. Eine derartige Verbesserung erlaubt eine sichere und zugleich flexible Zuleitung der Gasgemische in das obere und untere Kompartiment 4', 5' der Anlage.

5 Teileliste:

- 3/2-Wegeventile (V1, V2): 1/4 Zoll VCR-FFF
- 3/2-Wegeventil (V3) handbetätigt, Schalttafel-Einbauventil (Bosch) 0820 402 024 3/2 WV NG4 (1/8 Zoll)
- Edelstahlrohr 1/8 Zoll elektropoliert

- 10
- Pneumatikschlauch 1/8 Zoll

Tabelle 1

Schichtverbindung	Metallorganikum	Gruppe V- / Gruppe VI-Verbindung	Trärgas
Aluminiumgalliumarsenid ((AlGa)As)	TMAI (Trimethylaluminium), TEAI (Triethylaluminium), TMGa (Trimethylgallium), TEGa (Triethylgallium)	AsH ₃ (Arsin), TBAs (Tertiärbutyarsin)	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumarsenid (GaAs)	TMGa, TEGa	AsH ₃ , TBAs	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumarsenid (AlAs)	TMAI, TEAI	AsH ₃ , TBAs	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumarsenid ((GaIn)As)	TMGa, TEGa, TMIn	AsH ₃ , TBAs	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumindiumarsenid ((AlIn)As)	TMAI, TEAI, TMIn	AsH ₃ , TBAs	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumphosphid (InP)	TMIn	PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumgalliumindiumphosphid ((AlGaIn)P)	TMAI, TEAI, TMGa, TEGa, TMIn (Trimethylindium)	PH ₃ (Phosphin), TBP (Tertiärbutyphosphin)	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumphosphid ((GaIn)P)	TMGa, TEGa, TMIn	PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumindiumphosphid ((AlIn)P)	TMAI, TEAI, TMIn	PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumarsenidphosphid ((GaIn)(AsP))	TMGa, TEGa, TMIn	AsH ₃ , TBAs, PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumgalliumindiumarsenidphosphid ((AlGaIn)(AsP))	TMAI, TEAI, TMGa, TEGa, TMIn	AsH ₃ , TBAs, PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumnitrid (AlN)	TMAI, TEAI	NH ₃ (Ammoniak)	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumnitrid (GaN)	TMGa, TEGa	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumnitrid (InN)	TMIn	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumgalliumindiumnitrid ((AlGaIn)N)	TMAI, TEAI, TMGa, TEGa, TMIn	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumnitrid ((GaIn)N)	TMGa, TEGa, TMIn	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumantimonid (GaSb)	TMGa, TEGa	TMSb (Trimethylantimon), TESb (Triethylantimon)	H ₂ , N ₂ , Ar

Fortsetzung von Tabelle 1

Aluminiumantimonid (AlSb)	TMAI, TEAl	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumantimonid (InSb)	TMIIn	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumindiumantimonid ((AlIn)Sb)	TMAI, TEAl, TMIIn	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumantimonid ((GaIn)Sb)	TMGa, TEGa, TMIIn	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumarsenidantimonid -- (Ga(AsSb))	TMGa, TEGa	AsH ₃ , TBAs, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumarsenidantimonid (Al(AsSb))	TMAI, TEAl	AsH ₃ , TBAs, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumarsenidantimonid (In(AsSb))	TMIIn	AsH ₃ , TBAs, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumarsenidantimonid ((GaIn)(AsSb))	TMGa, TEGa, TMIIn	AsH ₃ , TBAs, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumphosphidantimonid (Ga(PSb))	TMGa, TEGa	PH ₃ , TBP, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumphosphidantimonid (In(PSb))	TMIIn	PH ₃ , TBP, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumphosphidarsenidantimonid (In(PAsSb))	TMIIn	PH ₃ , TBP, AsH ₃ , TBAs, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Cadmiumtellurid (CdTe)	DMCd (Dimethylcadmium)	DETe (Diethyltellur), DMTe (Dimethyltellur), DIPte (Diisopropyltellur)	H ₂ , N ₂ , Ar
Quecksilbertellurid (HgTe)	Hg (Quecksilber)	DETe	H ₂ , N ₂ , Ar
Cadmiumquecksilbertellurid ((CdHg)Te)	DMCd, Hg	DETe	H ₂ , N ₂ , Ar
Zinksulfid (ZnS)	DMZn (Dimethylzink), DEZn (Diethylzink)	H ₂ S (Schwefelwasserstoff), DES (Diethylschwefel), DTBS (Ditertiärbutylschwefel)	H ₂ , N ₂ , Ar
Zinkselenid (ZnSe)	DMZn (Dimethylzink), DEZn (Diethylzink)	DMSe (Dimethylselen), DESe (Diethylselen), DIPSe (Diisopropylselen), DTBSe (Ditertiärbutylselen)	H ₂ , N ₂ , Ar

P a t e n t a n s p r ü c h e

-
1. Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition und einem ersten Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum sowie einem zweiten Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung, wobei beide Gemische separat in eine MOCVD-Anlage geleitet werden, dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 das erste Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum zwischen das Substrat und das zweite Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung in die Anlage geleitet wird.
- 10 2. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass für das erste Gemisch mindestens eine Gruppe II-Verbindung als Metallorganikum gewählt wird.
- 15 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
- 20 Dimethylzink als Metallorganikum.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
- (Ba, Sr)-Verbindungen als Metallorganika.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für das erste Gemisch mindestens eine Gruppe III-Verbindung als Metallorganikum gewählt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Trimethylgallium und / oder Trimethylaluminium und / oder Trimethylindium als Metallorganika.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für das erste Gemisch mindestens eine Gruppe IV-Verbindung als Metallorganikum gewählt wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Titanisopropoxid als Metallorganikum.
- 15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass AsH_3 und /oder PH_3 und /oder NH_3 als Gruppe V-Verbindung gewählt wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Sauerstoff oder Diethyltellur als Gruppe VI-Verbindung gewählt wird.
- 25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass III/V-Verbindungen und / oder II/VI-Verbindungen abgeschieden werden.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass GaN, AlN oder InN oder Legierungen dieser Verbindungen abgeschieden werden.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

Oxide, insbesondere (Ba, Sr)-Titanat abgeschieden werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
5 als Trägergas Wasserstoff und / oder Stickstoff und / oder Argon verwendet wird.
15. MOCVD-Anlage für die Gasphasendeposition mit mindestens zwei Gaseinlässen (4, 5),
gekennzeichnet durch
10 Mittel zur flexiblen Einleitung von Gasen in die Anlage.
16. MOCVD-Anlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen den Gaseinlässen (4, 5) und den Vorratsbehältern für in die Anlage einzuleitenden Gase Gas-
15 sammelleitungen (51, 52, 53) mindestens zwei Ventile (V1, V2, V3) angeordnet sind.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass
20 SiC, Saphir, Silizium, InP (Indiumphosphid), InAs (Indiumarsenid), GaAs (Galliumarsenid), GaN (Galliumnitrid), AlN (Aluminiumnitrid), GaSb (Galliumantimonid) und / oder GaP (Galliumphosphid) als Substrate gewählt werden.

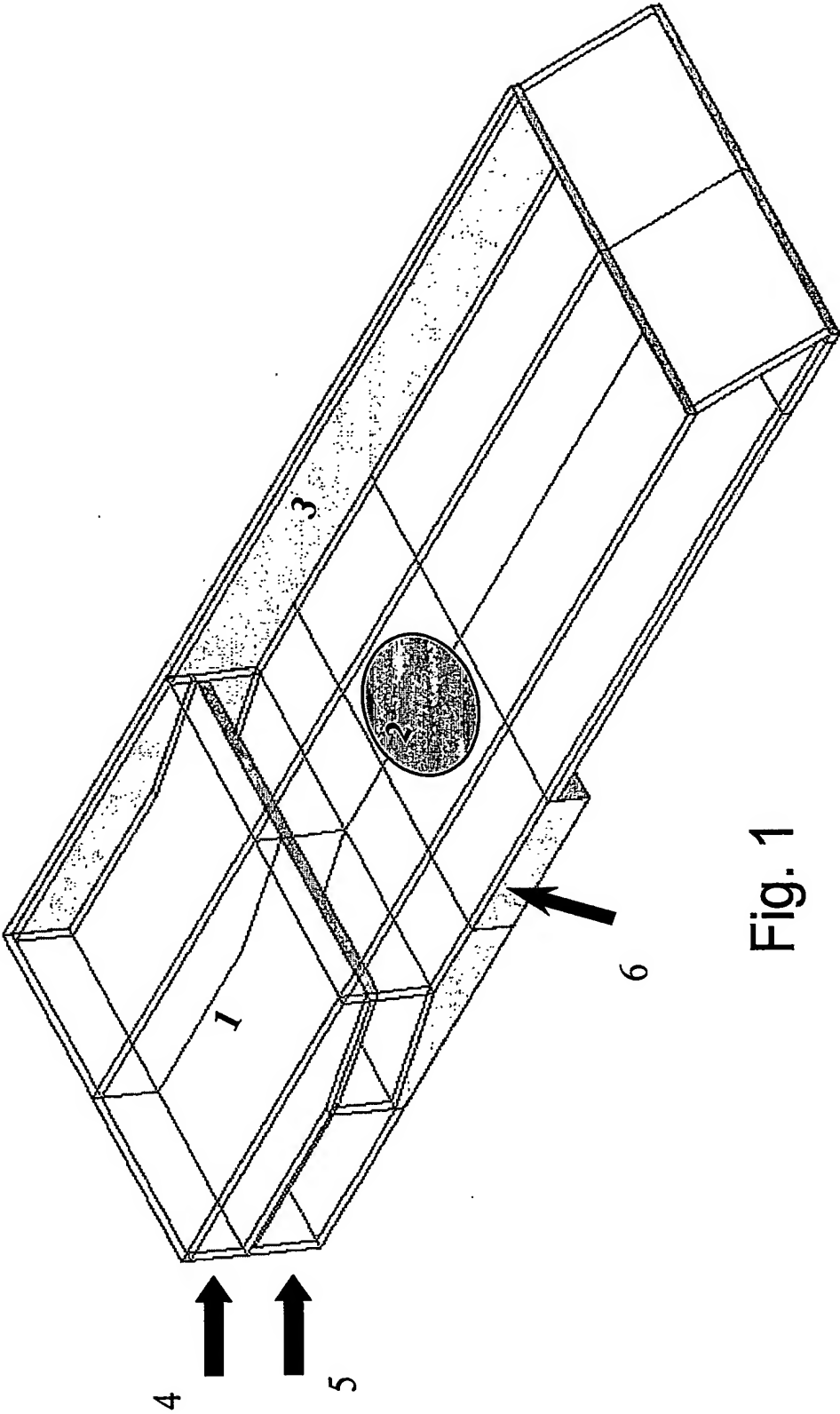


Fig. 1

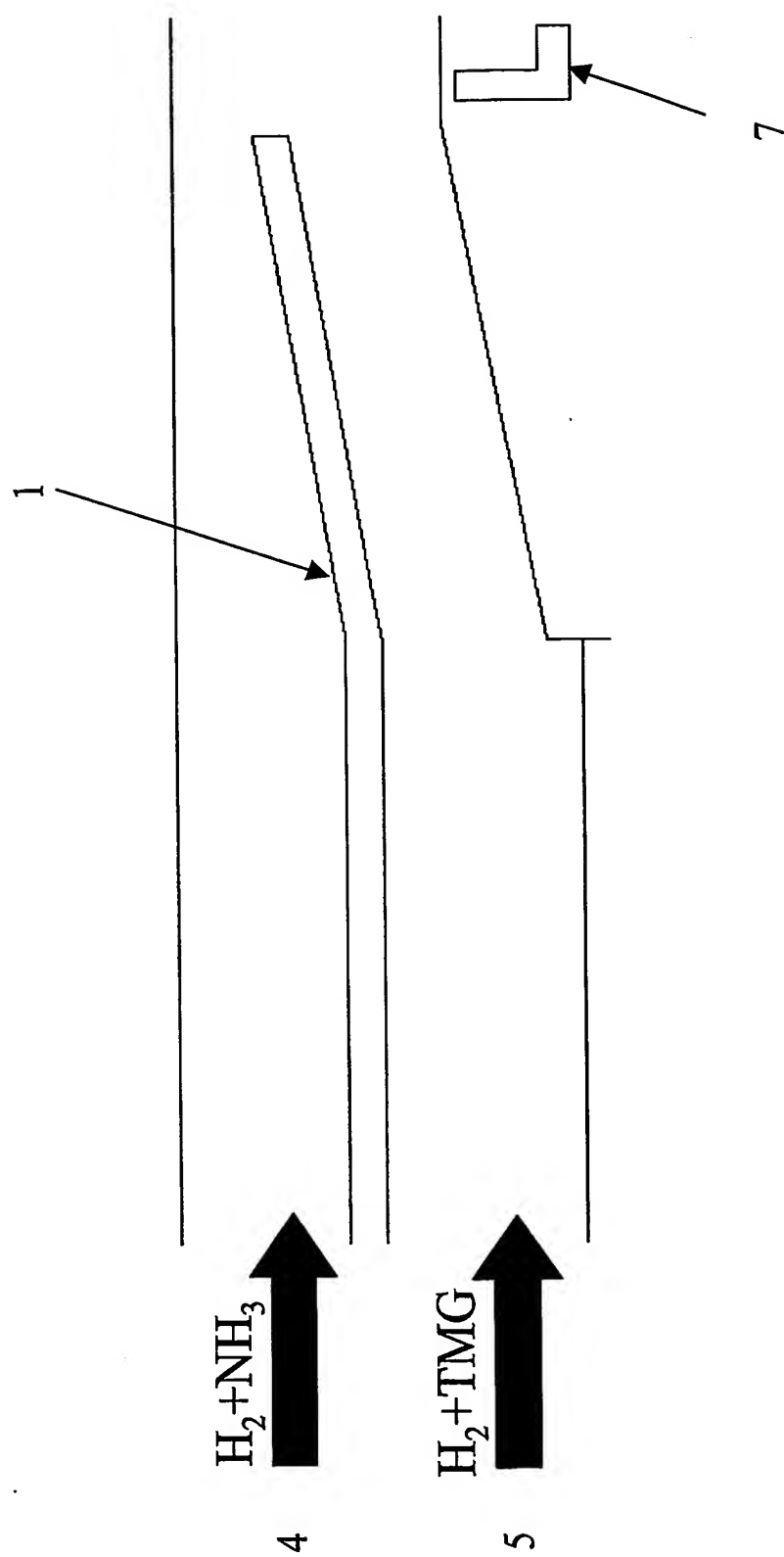
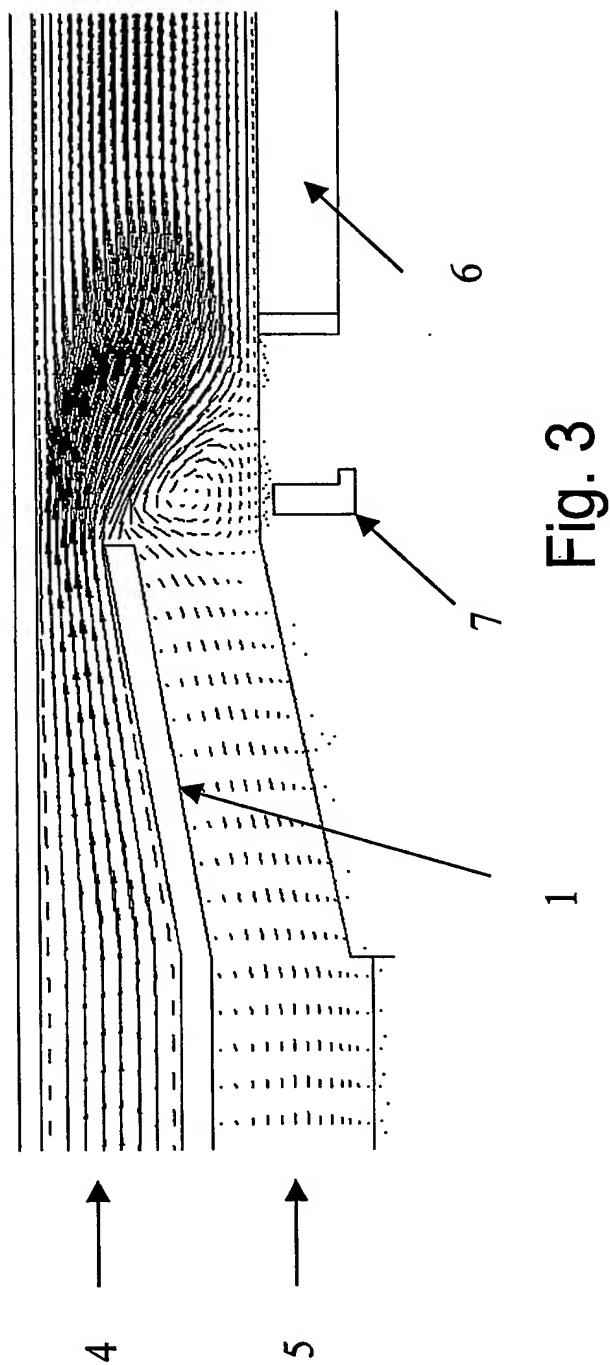


Fig. 2



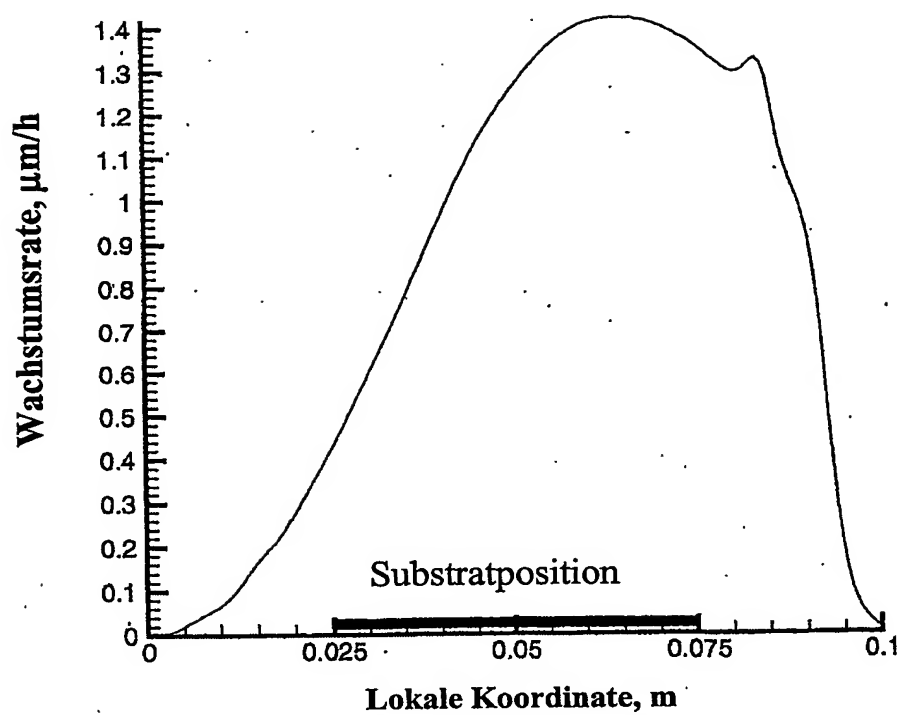


Fig. 4a

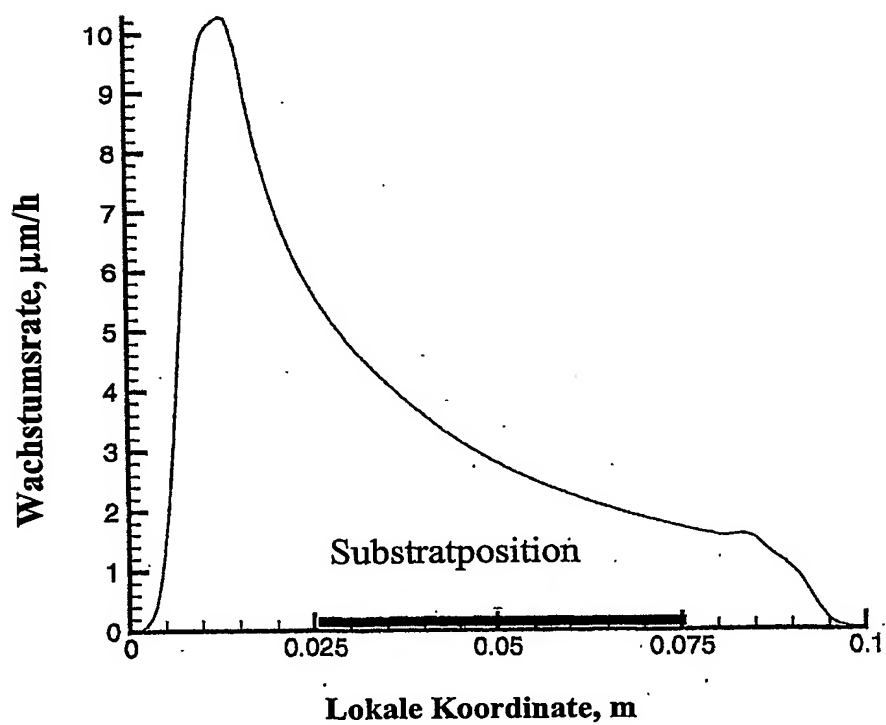
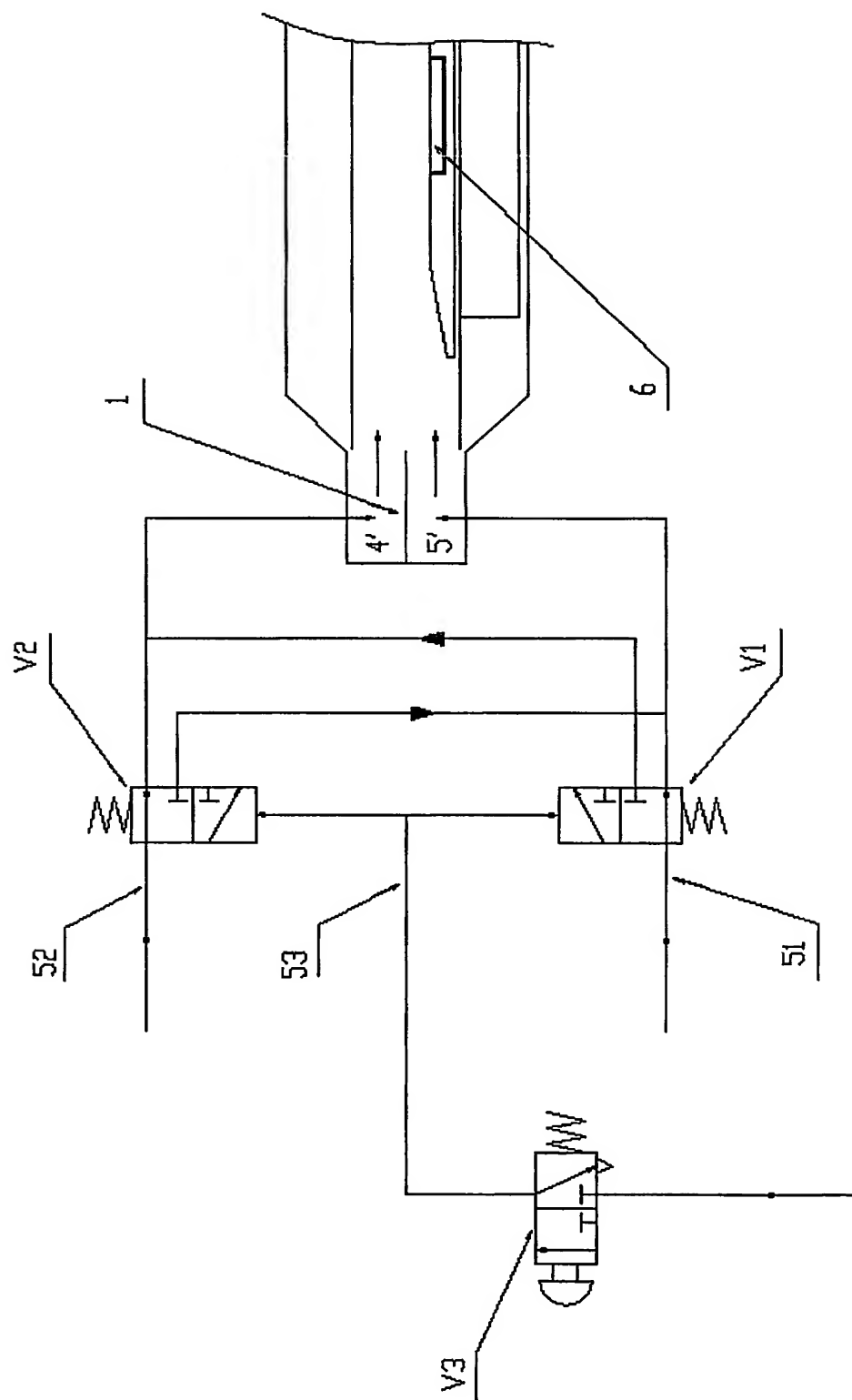


Fig. 4b



5.6.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C23C16/455 C23C16/44 C23C16/30 C23C16/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2001/021593 A1 (TAKAMATSU YUKICHI ET AL) 13 September 2001 (2001-09-13) abstract; figure 1; example 1 paragraphs '0009!', '0010!', '0033!', '0059! - '0065!	1,5,6,9, 11,12, 14,17
Y		2,3,7,10
X	EP 1 207 215 A (NGK INSULATORS LTD) 22 May 2002 (2002-05-22) abstract paragraphs '0007! - '0010!, '0014!, '0024!, '0028!	1,5,6,9, 11,12, 14,17
Y		2,3,7,10
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 July 2004

Date of mailing of the international search report

23/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Hintermaier, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000315

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 494 521 A (MATSUI YASUSHI ET AL) 27 February 1996 (1996-02-27)	15,16
Y	abstract; figure 1 column 6, line 31 - line 41	2,3,7,10
X	EP 1 108 468 A (IPS LTD) 20 June 2001 (2001-06-20) abstract; figure 1 paragraph '0002!	15,16
A	DE 101 18 130 A (AIXTRON AG) 17 October 2002 (2002-10-17) paragraphs '0020!, '0035!; figures 1,2,4,7	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000315

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2001021593	A1	13-09-2001	JP 2001250783 A CN 1316546 A TW 483053 B	14-09-2001 10-10-2001 11-04-2002
EP 1207215	A	22-05-2002	JP 2002151419 A EP 1207215 A2 TW 535220 B US 2002094682 A1	24-05-2002 22-05-2002 01-06-2003 18-07-2002
US 5494521	A	27-02-1996	JP 2646931 B2 JP 5094956 A US 5308433 A	27-08-1997 16-04-1993 03-05-1994
EP 1108468	A	20-06-2001	KR 2001056876 A AT 268217 T DE 60011215 D1 EP 1108468 A1 JP 3481586 B2 JP 2001217232 A SG 98002 A1 TW 466565 B US 2002134307 A1	04-07-2001 15-06-2004 08-07-2004 20-06-2001 22-12-2003 10-08-2001 20-08-2003 01-12-2001 26-09-2002
DE 10118130	A	17-10-2002	DE 10118130 A1 WO 02083978 A1	17-10-2002 24-10-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000315

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C23C16/455 C23C16/44 C23C16/30 C23C16/40

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2001/021593 A1 (TAKAMATSU YUKICHI ET AL) 13. September 2001 (2001-09-13) Zusammenfassung; Abbildung 1; Beispiel 1 Absätze '0009!, '0010!, '0033!, '0059! - '0065!	1,5,6,9, 11,12, 14,17
Y		2,3,7,10
X	EP 1 207 215 A (NGK INSULATORS LTD) 22. Mai 2002 (2002-05-22) Zusammenfassung Absätze '0007! - '0010!, '0014!, '0024!, '0028!	1,5,6,9, 11,12, 14,17
Y		2,3,7,10
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Juli 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hintermaier, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 494 521 A (MATSUI YASUSHI ET AL) 27. Februar 1996 (1996-02-27)	15,16
Y	Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 6, Zeile 31 - Zeile 41	2,3,7,10
X	EP 1 108 468 A (IPS LTD) 20. Juni 2001 (2001-06-20) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absatz '0002!	15,16
A	DE 101 18 130 A (AIXTRON AG) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) Absätze '0020!, '0035!; Abbildungen 1,2,4,7	1-17

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000315

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001021593 A1	13-09-2001	JP 2001250783 A CN 1316546 A TW 483053 B	14-09-2001 10-10-2001 11-04-2002
EP 1207215 A	22-05-2002	JP 2002151419 A EP 1207215 A2 TW 535220 B US 2002094682 A1	24-05-2002 22-05-2002 01-06-2003 18-07-2002
US 5494521 A	27-02-1996	JP 2646931 B2 JP 5094956 A US 5308433 A	27-08-1997 16-04-1993 03-05-1994
EP 1108468 A	20-06-2001	KR 2001056876 A AT 268217 T DE 60011215 D1 EP 1108468 A1 JP 3481586 B2 JP 2001217232 A SG 98002 A1 TW 466565 B US 2002134307 A1	04-07-2001 15-06-2004 08-07-2004 20-06-2001 22-12-2003 10-08-2001 20-08-2003 01-12-2001 26-09-2002
DE 10118130 A	17-10-2002	DE 10118130 A1 WO 02083978 A1	17-10-2002 24-10-2002